

บทที่ 4

กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

เฉลยคำถามท้ายบท

1. จงเปรียบเทียบความสามารถของรังสีแอลฟา รังสีบีตา และรังสีแกมมา ในการทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนในสารที่รังสีผ่านไป

แนวคำตอบ ความสามารถในการทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนในสารที่รังสีผ่านเข้าไปจากมากไปน้อย คือ รังสีแอลฟา รังสีบีตา และรังสีแกมมา ตามลำดับ

2. สมบัติต่อไปนี้ เป็นของรังสีชนิดใด

ก. ถูกดูดกลืนโดยกระดาษ

ข. เป็นนิวเคลียสของฮีเลียม

ค. มีอำนาจทะลุผ่านสูงสุด

ง. เป็นอิเล็กตรอนความเร็วสูง

จ. มีประจุไฟฟ้าบวก

ฉ. ทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออนได้มากที่สุด

แนวคำตอบ

ก. รังสีแอลฟา

ข. รังสีแอลฟา

ค. รังสีแกมมา

ง. รังสีบีตา

จ. รังสีแอลฟา

ฉ. รังสีแอลฟา

3. นักวิทยาศาสตร์ผลิตไอโซโทปกัมมันตรังสีอย่างไร

แนวคำตอบ

นักวิทยาศาสตร์สามารถผลิตไอโซโทปกัมมันตรังสีได้หลายวิธี เช่น ยิงอนุภาคนิวตรอนไปยังนิวเคลียสที่เสถียร ทำให้นิวเคลียสมีจำนวนนิวตรอนเปลี่ยนไปกลายเป็นไอโซโทปที่ไม่เสถียรหรือไอโซโทปกัมมันตรังสี ซึ่งสามารถแผ่รังสีออกมาได้

4. นิวเคลียสต่อไปนี้ ${}^4_2\text{He}$ ${}^{13}_6\text{C}$ ${}^{208}_{82}\text{Pb}$ และ ${}^{234}_{90}\text{Th}$ มีจำนวนโปรตอน นิวตรอน อย่างละเท่าใด

แนวคำตอบ

${}^4_2\text{He}$ เป็นนิวเคลียสของฮีเลียม มีโปรตอน 2 ตัว และนิวตรอน $4 - 2 = 2$ ตัว

${}^{13}_6\text{C}$ เป็นนิวเคลียสของคาร์บอน มีโปรตอน 6 ตัว และนิวตรอน $13 - 6 = 7$ ตัว

${}^{208}_{82}\text{Pb}$ เป็นนิวเคลียสของตะกั่ว มีโปรตอน 82 ตัว และนิวตรอน $208 - 82 = 126$ ตัว

${}^{234}_{90}\text{Th}$ เป็นนิวเคลียสของทอเรียม มีโปรตอน 90 ตัว และนิวตรอน $234 - 90 = 144$ ตัว

5. ถ้านิวเคลียสหนึ่งมีการสลายให้รังสีแอลฟา จำนวนโปรตอนและนิวตรอนในนิวเคลียสใหม่ที่ได้ เปลี่ยนแปลงอย่างไร

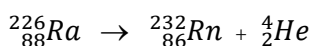
แนวคำตอบ

รังสีแอลฟาคือ นิวเคลียสของฮีเลียม ประกอบด้วยโปรตอน 2 ตัว และนิวตรอน 2 ตัว ถ้านิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีมีการสลายให้รังสีแอลฟาออกมา นิวเคลียสใหม่จำนวนโปรตอนน้อยกว่านิวเคลียสเดิม 2 ตัว และจำนวนนิวตรอนน้อยกว่านิวเคลียสเดิม 2 ตัว ตัวอย่าง เช่น ${}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{231}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$

6. นิวเคลียสของเรเดียม -226 มีการสลายให้รังสีแอลฟา นิวเคลียสใหม่จะมีเลขอะตอมและเลขมวลเป็นเท่าใด

แนวคำตอบ

สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของเรเดียม -226 คือ ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ สลายให้รังสีแอลฟา ซึ่งก็คือนิวเคลียสของฮีเลียม หรือ ${}^4_2\text{He}$ ทำให้เกิดนิวเคลียสใหม่ ซึ่งมีเลขอะตอม (Z) เท่ากับ $88 - 2 = 86$ และเลขมวล (A) เท่ากับ $226 - 4 = 222$ (นิวเคลียสใหม่นี้ คือ นิวเคลียสของเรดอนซึ่งมีสัญลักษณ์นิวเคลียร์เป็น ${}^{226}_{86}\text{Rn}$) ดังสมการ



7. ถ้านิวเคลียสหนึ่งมีการสลายให้รังสีแกมมา เลขอะตอมและเลขมวลจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

แนวคำตอบ รังสีแกมมาเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ดังนั้น ถ้านิวเคลียสที่ไม่เสถียรมีการสลายให้รังสีแกมมาออกมา เลขอะตอมและเลขมวลของนิวเคลียสนั้นไม่เปลี่ยนแปลง

8. ทริเทียมเป็นไอโซโทปกัมมันตรังสี มีครึ่งชีวิต 12.5 ปี เมื่อเวลาผ่านไป 25 ปี จะเหลือทริเทียมร้อยละเท่าใดของปริมาณเดิม

แนวคำตอบ ครึ่งชีวิต หมายถึง ช่วงเวลาที่ธาตุกัมมันตรังสีมีการสลายจนเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิม สมมติเริ่มต้นมีทริเทียมเท่ากับ N (กรัมหรือนิวเคลียส) เมื่อเวลาผ่านไป 12.5 ปี จะเหลือทริเทียม $\frac{1}{2}N$ เวลาผ่านไป 12.5 ปี (รวมเป็น 25 ปี) จะเหลือทริเทียม $\frac{1}{4}N$ หรือร้อยละ 25 ของปริมาณที่มีอยู่เดิม

9. รังสีเอกซ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพอวัยวะในร่างกายมีความแตกต่างจากรังสีที่แผ่ออกมาจากนิวเคลียสกัมมันตรังสีหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ รังสีเอกซ์เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง ผลิตจากหลอดรังสีเอกซ์ รังสีเอกซ์สามารถทะลุผ่านสิ่งกีดขวางต่าง ๆ ได้ไม่เท่ากัน จึงมีการใช้ในการถ่ายภาพอวัยวะในร่างกาย ส่วนรังสีที่แผ่ออกมาจากนิวเคลียสกัมมันตรังสีมี 3 ชนิด ได้แก่ รังสีแอลฟา รังสีบีตา และรังสีแกมมา โดยรังสีแอลฟาและรังสีบีตาเป็นอนุภาค ส่วนรังสีแกมมาเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงกว่ารังสีเอกซ์

10. มวลและพลังงานมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ มวลและพลังงานมีความสัมพันธ์กัน โดยมวลสารสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานได้ พลังงานนี้หาได้จาก

$E = mc^2$ เมื่อ E เป็นพลังงาน (มีหน่วยเป็นจูล) m เป็นมวล (มีหน่วยเป็นกิโลกรัม) และ c เป็นอัตราเร็วแสง (มีค่า 3.00×10^8 เมตรต่อวินาที)

11. อธิบายความแตกต่างระหว่างปฏิกิริยาฟิวชันในระเบิดปรมาณูและเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์

แนวคำตอบ

ฟิวชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสของธาตุที่มีเลขมวลมากแตกตัว ตัวอย่างเช่น นิวเคลียสของธาตุที่มีเลขมวลมากถูกยิงด้วยนิวตรอน จะแตกออกเป็น 2 นิวเคลียสที่มีเลขมวลลดลงพร้อมกับให้นิวตรอน 2 – 3 ตัว นิวตรอนที่เกิดขึ้นใหม่ทั้งสามหลังจากหนึ่งให้มีความเร็วพอเหมาะจะพุ่งชนนิวเคลียสของธาตุที่มีเลขมวลมากที่อยู่ใกล้เคียงทำให้เกิดฟิวชันขึ้นอีก นิวตรอนจากฟิวชันที่สองจะทำให้เกิดฟิวชันที่สาม และต่อไปเรื่อย ๆ เป็นผลให้นิวเคลียสเกิดการแตกตัวอย่างต่อเนื่อง เรียกว่าปฏิกิริยาฟิวชัน

ปฏิกิริยาฟิวชันในระเบิดปรมาณูและเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เกิดจากกระบวนการดังกล่าวข้างต้นเช่นเดียวกัน แต่ปฏิกิริยาฟิวชันในระเบิดปรมาณูเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยไม่มีการควบคุมปฏิกิริยา ทำให้เกิดพลังงานมหาศาลทำลายล้างสิ่งต่าง ๆ ได้ ส่วนเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์มีวิธีการซึ่งทำหน้าที่ควบคุมปฏิกิริยาฟิวชันให้เกิดอย่างพอเหมาะ จึงสามารถนำพลังงานที่เกิดขึ้นไปใช้ในทางสันติ เช่น นำมาใช้ผลิตปฏิกิริยาฟิวชัน

12. จงเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

แนวคำตอบ ข้อดีและข้อเสียของโรงไฟฟ้าทั้งสองประเภทอาจแตกต่างกันในแต่ละประเทศ สำหรับประเทศไทย

อาจมีข้อดีและข้อเสีย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์

ข้อดี

- ต้นทุนการผลิตต่ำเมื่อคิดในระยะยาว
- ทำให้เกิดมลภาวะน้อยกว่าเชื้อเพลิงฟอสซิล โดยเฉพาะถ่านหิน

ข้อเสีย

- ไม่สามารถผลิตเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ได้เอง ต้องซื้อจากต่างประเทศ
- กากกัมมันตรังสีซึ่งเป็นสิ่งที่เหลือจากกระบวนการผลิต มีอันตรายและกำจัดได้ลำบาก
- ต้องพึ่งเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีระดับสูง รวมทั้งบุคลากรด้านนี้จากต่างประเทศ
- หากเกิดอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์ จะทำให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตมาก

โรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

ข้อดี

- เทคโนโลยีของโรงไฟฟ้าประเภทนี้ไม่สูงมาก มีบุคลากรเพียงพอ
- เชื้อเพลิงฟอสซิลบางชนิด เช่น ถ่านหิน และแก๊สธรรมชาติ มีในประเทศหรือหาซื้อได้ง่ายกว่าเชื้อเพลิงนิวเคลียร์

นิวเคลียร์

ข้อเสีย

- ทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศ โดยเฉพาะโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหิน ถ้าไม่มีการกำจัดแก๊สและฝุ่นละอองจากกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ
- ทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ปล่องสู่บรรยากาศ ซึ่งทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนในอนาคต

13. แผนภูมิต่อไปนี้แสดงการเปลี่ยนรูปของพลังงานไฟฟ้าในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ จงระบุชนิดของพลังงานในแต่ละขั้นตอน

เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ → เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ → กังหัน → เครื่องกำเนิดไฟฟ้า → สายส่ง

แนวคำตอบ พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานความร้อน พลังงานกล และพลังงานไฟฟ้า ตามลำดับ

14. ทำไมจึงใช้กัมมันตภาพรังสีในการทำลายเซลล์มะเร็ง

แนวคำตอบ กัมมันตภาพรังสีทำลายเซลล์ซึ่งแบ่งตัวใหม่ ๆ ได้ดี เซลล์มะเร็งแบ่งตัวอย่างรวดเร็วตลอดเวลา จึงถูกกัมมันตภาพรังสีทำลายได้ง่ายกว่าเซลล์ปกติ

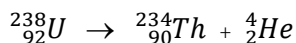
15. คำที่ว่าทุกนิวเคลียสมีทั้งโปรตอนและนิวตรอนมีข้อยกเว้นหรือไม่

แนวคำตอบ นิวเคลียสของโปรเทียม (1_1H) มีแต่โปรตอน ไม่มีนิวตรอน

16. นิวเคลียสเสถียรของธาตุอะไรบ้างที่มีจำนวนโปรตอนมากกว่าจำนวนนิวตรอน

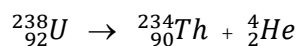
แนวคำตอบ นิวเคลียส 1_1H และ 3_2He มีโปรตอนมากกว่านิวตรอน

17. สมการแสดงการสลายของธาตุกัมมันตรังสี



มีกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเลขมวลและเลขอะตอมอย่างไร

แนวคำตอบ ในสมการปฏิกิริยานิวเคลียร์ ผลรวมของเลขมวลและเลขอะตอมทางซ้ายและขวาของสมการต้องเท่ากัน ตัวอย่างเช่น

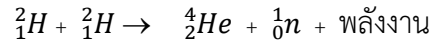


สังเกตได้ว่า $238 = 234 + 4$

$92 = 90 + 2$

18. จงเขียนสมการนิวเคลียร์ของปฏิกิริยาฟิวชันในภาพ 4.24

แนวคำตอบ ปฏิกิริยาฟิวชันในภาพ 4.24 คือ



19. เพราะเหตุใดจึงควรหลีกเลี่ยง การใช้รังสีเอกซ์กับหญิงมีครรภ์ที่อายุครรภ์ต่ำกว่า 3 เดือน

แนวคำตอบ รังสีเอกซ์อาจเข้าไปเปลี่ยนรหัสพันธุกรรมของทารก ซึ่งถ้าอายุครรภ์ต่ำกว่า 3 เดือน อวัยวะต่าง ๆ ของทารกยังสร้างไม่ครบ ดังนั้นทารกอาจเกิดมาพิการได้

#####